

2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-251297

(43)公開日 平成4年(1992)9月7日

(51) Int.Cl. ⁶ G 10 H 7/10 G 10 L 9/02	識別記号 L 8946-5H 8622-5H	序内整理番号 F 1	技術表示箇所 G 10 H 7/00
---	------------------------------	---------------	-----------------------

審査請求 未請求 請求項の数7(全16頁)

(21)出願番号 特願平3-162514	(71)出願人 000004075 ヤマハ株式会社 静岡県浜松市中沢町10番1号
(22)出願日 平成3年(1991)6月7日	(72)発明者 西元 哲夫 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
(31)優先権主張番号 特願平2-410847	(74)代理人 弁理士 飯塚 義仁
(32)優先日 平2(1990)12月15日	
(33)優先権主張国 日本 (JP)	

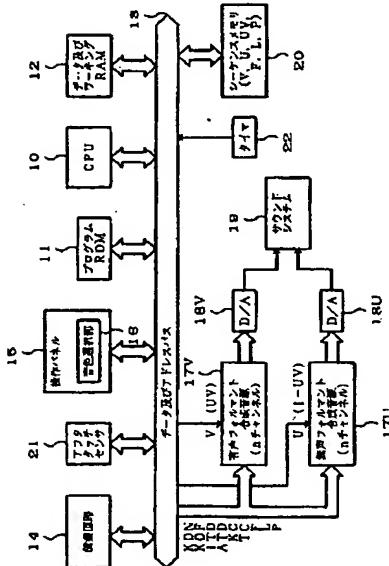
(54)【発明の名称】 楽音合成装置

(57)【要約】

【目的】自然楽器の楽音や人聲音等のフォルマント、ピッチ及び有声無声音レベルの微妙な時間的变化を楽音合成装置で忠実に再現できるようとする。

【構成】自然楽器の楽音や人聲音等の時系列的に変化するフォルマント、ピッチ及び有声無声音レベルに関するパラメータデータを複数ステップにわたって予めメモリ上に記憶する。楽音を発生すべきときに、そのメモリからパラメータデータを複数ステップにわたって時系列的に読み出し、読み出されたパラメータデータに応じて決定されるフォルマント特性、ピッチ特性又は有声無声音レベル特性をそれぞれ有する楽音信号を楽音合成装置で合成する。

【効果】楽音信号のフォルマント、ピッチ又は有声無声音レベルを自然楽器の楽音や人聲音等と同様に時間的に微妙に変化させることができる。



(2)

特開平4-251297

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 時系列的に変化するフォルマントに関するパラメータデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記パラメータデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、読み出された前記パラメータデータを入力し、前記パラメータデータに応じて決定されるフォルマント特性を持つ楽音信号を合成するフォルマント合成手段とを備え、前記楽音信号のフォルマントを時系列的に変化させることを特徴とする楽音合成装置。

【請求項2】 基準ピッチに対して時系列的に変化する相対ピッチデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記相対ピッチデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、所定のフォルマント特性に従った音高を有する楽音信号を合成するものであり、前記読み出し手段によって読み出された前記相対ピッチデータを入力し、この相対ピッチデータに応じて前記楽音信号の音高を時系列的に変化させる楽音合成手段とを備えたことを特徴とする楽音合成装置。

【請求項3】 時系列的に変化する有聲音及び無聲音のレベルデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記レベルデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、所定のフォルマント特性に従った有聲音及び無聲音の特徴を有する楽音信号を合成するものであり、前記読み出し手段によって読み出された前記レベルデータを入力し、このレベルデータに応じて前記楽音信号の有聲音及び無聲音のレベルを時系列的に変化させる楽音合成手段とを備えたことを特徴とする楽音合成装置。

【請求項4】 時系列的に変化する有聲音及び無聲音のレベルデータと基準ピッチに対して時系列的に変化する相対ピッチデータとの少なくとも一方のデータを時系列的に変化するフォルマントに関するパラメータデータと共に複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記レベルデータ及び前記相対ピッチデータの少なくとも一方と前記パラメータデータとを前記記憶手段から前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、読み出された前記レベルデータ及び前記相対ピッチデータの少なくとも一方と前記パラメータデータとを入力し、入力された前記レベルデータ及び前記相対ピッチデータの少なくとも一方と前記パラメータデータに応じて決定される有声無声音レベル及びピッチの少なくとも一方とフォルマント特性とを有する楽音信号を合成するフォルマント合成手段とを備え、前記楽音信号の有声無声音レベル及びピッチの少なくとも一方とフォルマントとを時系列的に変化させることを特徴とする楽音合成装置。

2

【請求項5】 前記読み出し手段は、キー操作情報に応じた読み出し速度で前記記憶手段の読み出しを行うことを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載の楽音合成装置。

【請求項6】 前記レベルデータは時系列的に変化する有聲音及び無聲音のレベルをそれぞれ別々に示すものであることを特徴とする請求項3又は4に記載の楽音合成装置。

【請求項7】 前記レベルデータは時系列的に変化する有聲音及び無聲音のレベル比を示すものであることを特徴とする請求項3又は4に記載の楽音合成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、所望のフォルマントに従う楽音合成を実現する楽音合成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に自然楽器には、その楽器固有の構造（例えばピアノの響板の形状等）によって生じるフォルマントが存在することが知られている。また、人声音にも人体の構造（例えば声帯、声道及び口腔の形状等）によって所定のフォルマントが存在し、これによって人声特有の音色等が特徴づけられている。電子楽器において、自然の楽器音又は人声音により近い音色を合成するためには、それぞれの音に固有のフォルマントに従って楽音合成を行わなければならない。このようなフォルマントによって楽器音や人声音等の楽音を合成する装置として特公昭59-19352号公報に示されたものが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように自然楽器や人声の音色は、その楽器に固有のフォルマントによって特徴付けられている。ところで、自然楽器の演奏時には、その発生音のフォルマントが時間的に変化しており、このようなフォルマントの時間的な変化によってその楽器固有の音色が奏でられる。また、人声音においても同様であり、フォルマントが時間的に変化することにより、微妙な人声の特徴が出来る。

【0004】 フォルマントを時間的に変化させて、このような楽音及び人声音等を電子楽器で合成する場合には、フォルマントを特定するための中心周波数やレベル等のパラメータを時間的に変化させればよいわけであるが、一般的にパラメータの時間的変化を実現する手法としては、適宜のエンベロープ信号によって連続的にこれを変化させるということが行われている。しかし、このような単純な方法では望みのフォルマント変化を得ることが困難であった。

【0005】 一方、人声音は、発音時にピッチがゆらいだり、音の立上り時にピッチが不安定になったり、音素から音素に移り変わるときにピッチが変化するなどの独特のピッチ変化を有する。しかし、従来の楽音合成装置

3

は鍵盤等からのピッチ情報に基づいたピッチを単に発音するか、フルマントの時間的变化を実現する手法と同様にピッチエンベロープ信号発生回路やピッチゆらぎ回路によって基準ピッチを連続的に変化させるだけであった。従って、楽音合成装置でフルマントに基づいて人声音を発音してもそれは実際の人声音の近似であり、実際の人声音とは程遠い自然性に全く欠けるものであった。

【0006】また、人声音は、有声フルマント（母音）及び無声フルマント（子音）からなり、音素から音素に移り変わるときに有声フルマント及び無声フルマントのそれぞれのレベルが微妙に変化している。しかし、従来の楽音合成装置はこのような有声フルマント及び無声フルマントを人声音に応じて交互に発音処理するだけであり、発音された人声音は実際の人声音とは程遠い自然性に全く欠ける機械的なものであった。自然楽器の楽音も、線スペクトル成分と非線スペクトル成分とからなり、そのレベルがそれぞれ微妙に変化しているのだが、従来の楽音合成装置は、このようなスペクトル成分のレベル制御を行っていないかった。

【0007】この発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、自然楽器の楽音や人声音等の時間的变化を忠実に再現することのできる楽音合成装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る楽音合成装置は、時系列的に変化するフルマントに関するパラメータデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記パラメータデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、読み出された前記パラメータデータを入力し、前記パラメータデータに応じて決定されるフルマント特性を持つ楽音信号を合成するフルマント合成手段とを備え、前記楽音信号のフルマントを時系列的に変化させることを特徴とするものである。

【0009】第2の発明に係る楽音合成装置は、基準ピッチに対して時系列的に変化する相対ピッチデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記相対ピッチデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、所定のフルマント特性に従った音高を有する楽音信号を合成するものであり、前記読み出し手段によって読み出された前記相対ピッチデータを入力し、この相対ピッチデータに応じて前記楽音信号の音高を時系列的に変化させる楽音合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0010】第3の発明に係る楽音合成装置は、時系列的に変化する有聲音及び無聲音のレベルデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を

(3)

特開平4-251297

4

発生すべきときに、前記記憶手段から前記レベルデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、所定のフルマント特性に従った有聲音及び無聲音の特徴を有する楽音信号を合成するものであり、前記読み出し手段によって読み出された前記記憶レベルデータを入力し、このレベルデータに応じて前記楽音信号の有聲音及び無聲音のレベルを時系列的に変化させる楽音合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0011】

10 【作用】第1の発明では、記憶手段は時系列的に変化するフルマントに関するパラメータデータを複数ステップにわたって記憶し、読み出し手段は楽音を発生すべきときに、記憶手段からパラメータデータを複数ステップにわたって時系列的に読み出し、フルマント合成手段に供給し、フルマント合成手段はそのパラメータデータに応じて決定されるフルマント特性を持つ楽音信号を合成している。従って、フルマント特性が自然の楽器音又は人声音に従って変化するようにパラメータデータを複数ステップにわたって予め記憶手段に記憶し、このパラメータデータを読み出し手段で複数ステップにわたって読み出すことによって、楽音信号のフルマントを実際の楽器音又は人声音と同様に自然に変化させることができる。このパラメータデータは主にフルマント中心周波数データとそのフルマントレベルデータとか構成される。

20 【0012】第2の発明では、基準ピッチに対して時系列的に変化する相対ピッチデータを前記第1の発明のパラメータデータと同様に記憶し、それを時系列的に読み出して楽音信号を合成しているので、楽音信号のピッチを実際の楽器音又は人声音と同様に自然に変化させることができる。

30 【0013】第3の発明では、時系列的に変化する有聲音及び無聲音のレベルデータを前記第1の発明のパラメータデータと同様に記憶し、それを時系列的に読み出して楽音信号を合成しているので、楽音信号の有聲音及び無聲音のレベルを実際の楽器音又は人声音と同様に自然に変化させることができる。

40 【0014】なお、第2の発明の相対ピッチデータ及び第3の発明の有聲音無聲音レベルデータの少なくとも一方を第1の発明のパラメータデータと共に記憶し、それを時系列的に読み出して楽音信号を合成することによって、楽音信号をより自然の楽器音又は人声音に近づけることができる。

【0015】

【実施例】以下、この発明の実施例を添付図面に従って詳細に説明する。図1はこの発明に係る電子楽器の一実施例のハードウェア構成を示すブロック図である。この実施例において、楽音合成装置全体の制御は、マイクロプロセッサユニット(CPU)10と、システムプログラムや変更の必要のない各パラメータ等を格納するプロ

グラムROM11と、各種データを一時的に格納し、ワーキング用RAMとして用いられるデータ及びワーキングRAM12とを含むマイクロコンピュータによって行われる。

【0016】プログラムROM11にはフォルマントシーケンスのプリセット値が格納され、またデータ及びワーキング用RAM12にはフォルマントシーケンス、ピッチシーケンス及び有声無聲音レベルシーケンスの配列を記憶する領域が割り当てられている。従って、電源投入時のイニシャライズ処理で、プログラムROM11内のフォルマントシーケンスのプリセット値がロードされるので、楽音合成装置は電源投入時からフォルマントシーケンスによる楽音合成を行う。

【0017】このマイクロコンピュータには、データ及びアドレスバス13を介して、鍵盤回路14、操作パネル15、音源となる有声フォルマント合成音源17V及び無声フォルマント合成音源17U、シーケンスメモリ20、アフタタッチセンサ21及びタイマ22等の各種装置が接続されており、これらの各装置はマイクロコンピュータによってそれぞれ制御される。

【0018】鍵盤回路14は、発生すべき楽音の音高を指定する鍵盤のそれぞれの鍵に対応して設けられた複数のキースイッチからなる回路を含む。マイクロコンピュータにより、この鍵盤回路14の出力に基づき押圧鍵を複数の発音チャンネルのいずれかに割り当てるための発音処理が行われる。また、必要に応じて押し下げ時の押鍵操作速度を判別してイニシャルタッチデータITDを生成する処理も行われる。また、鍵盤の各鍵に関連して、鍵押圧持続時における押圧力を検出してアフタタッチデータATDを出力するアフタタッチセンサ21が鍵盤回路14に隣接して設けられている。

【0019】操作パネル15は、音色、音量、音高、効果等を選択・設定・制御するための各種操作子を含むものであり、ピアノ、オルガン、バイオリン、金管楽器、ギター等の各種自然楽器に対応する音色やその他各種の音色（人聲音）を選択するための音色選択部16を有する。この音色選択部16は音色選択信号TCを出力する。

【0020】有声フォルマント合成音源17Vは、複数のnチャンネルで楽音信号の同時発生が可能であり、データ及びアドレスバス13を経由して与えられる各チャンネルに割り当てられた鍵のキーコードKC、フォルマントパラメータデータ（中心周波数データF及びそのレベルデータL）、相対ピッチデータP、有声音レベルデータV（又は有声無聲音のレベル比UV）及びその他のデータ（キーオンKON、キーオフKOF、イニシャルタッチデータITD、アフタタッチデータATD、音色選択信号TC等）を入力し、これらの各種データに基づき楽音信号を発生する。

【0021】すなわち、フォルマント合成音源17Vは

50

シーケンスメモリ20から読み出された各フォルマントの中心周波数データF、レベルデータL、相対ピッチデータP、有声音レベルデータV（レベル比UV）、合成すべき楽音の音高を指定するデータとして鍵盤回路14から与えられるキーコードKC等を入力し、所定のフォルマント合成演算を行い、そのフォルマントで特徴付けられる楽音信号をキーコードKC及び相対ピッチデータPで指定された音高に対応して、有声音レベルデータV（レベル比UV）に応じたレベルで出力する。楽音の音高はキーコードKCに対応するピッチに相対ピッチデータPの値を乗算することによって得る。乗算以外の方法で音高を求めてよいことはいうまでもない。この実施例では有声フォルマント合成音源17Vが同時発音可能なチャンネル数は8個として説明する。

【0022】無声フォルマント合成音源17Uは、複数のnチャンネルで楽音信号の同時発生が可能であり、データ及びアドレスバス13を経由して与えられるフォルマントパラメータデータ（中心周波数データF及びそのレベルデータL）、無声音レベルデータU（又は1-UV）及びその他のデータ（音色選択信号TC等）を入力し、これらの各種データに基づき楽音信号を発生する。

【0023】すなわち、フォルマント合成音源17Uはシーケンスメモリ20から読み出された各フォルマントの中心周波数データF、レベルデータL、無声音レベルデータU（又は1-UV）を入力し、所定のフォルマント合成演算を行い、そのフォルマントで特徴付けられる楽音信号を無声音レベルデータU（又は1-UV）に応じたレベルで出力する。この実施例では無声フォルマント合成音源17Uが同時発音可能なチャンネル数は、有声フォルマント合成音源17Vと同じ8個として説明する。

【0024】有声フォルマント合成音源17V及び無声フォルマント合成音源17Uから発生されたデジタル楽音信号はデジタル／アナログ（D/A）変換器18V、18Uによって、アナログの楽音信号に変換され、サウンドシステム19に出力される。サウンドシステム19はスピーカ及び増幅器等で構成され、D/A変換器18V、18Uからのアナログの楽音信号に応じた楽音を発生する。

【0025】タイマ22はマイクロコンピュータに対してインターラップ信号を定期的に与えるものである。この実施例では後述するフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無聲音レベルデータの読み出し処理がタイマインタラップによって実行される。シーケンスメモリ20は、複数のフォルマントに関する中心周波数データFやレベルデータL等の種々のフォルマントパラメータデータや相対ピッチデータ及び有声無聲音レベルデータを所望のフォルマント変化態様に対応するシーケンスで記憶してなるものである。

【0026】図2はシーケンスメモリ20に記憶される

7

いるフルマントパラメータデータ（中心周波数データFやレベルデータL）、相対ピッチデータP及び有声無声音レベルデータV、じの格納状態（メモリ構成例）を示す図である。図2において、縦軸は例えば人声音の音素等にそれぞれ対応しており、シーケンス番号X（1～m）で特定される。横軸はこの縦軸のシーケンス番号Xで特定された音素を特徴付けるフルマントの中心周波数及びレベル、ピッチ、有声音レベル並びに無声音レベルの時系列的な変化に対応しており、ステップ番号Y（1～n）の順番に格納されている。

【0027】そして、シーケンスマモリ20の1個のステップには、シーケンス番号Xの音素を特徴付けるための中心周波数データFとレベルデータしかなる4個のフルマントパラメータデータFLXYN（「X」はシーケンス番号、「Y」はステップ番号、「N」は1ステップ内の4個のうちの任意のものを示す番号）が格納されており、また、フルマントパラメータデータFLXYNに対応して、そのフルマント発音時の基準ピッチ（コードK Cで特定されるもの）に対するピッチの相対的变化量を示す相対ピッチデータPXYと、そのフルマント発音時の有声音のレベルを示す有声音レベルデータVXYと、無声音のレベルを示す無声音レベルデータUXY（「X」はシーケンス番号、「Y」はステップ番号を示す）がそれぞれ1個ずつ格納されている。この場合、各シーケンス番号Xにおけるステップ番号Yの数nの値は必ずしも同じでなくともよく、各音素毎に異なっていてよい。

【0028】また、シーケンスマモリ20は有声音レベルデータVXY及び無声音レベルデータUXYの代わりに有声無声音レベル比データUVを記憶してもよい。この有声無声音レベル比データUVは有声音レベルと無声音レベルの合計値を1とした場合における有声音の比率を示すものである。従って、無声音のレベルは1からこのレベル比UVを減算した値（1-UV）を演算することによって容易に求めることができる。シーケンスマモリ20に有声無声音レベル比データUVを記憶することによって、シーケンスマモリ20のデータ量を大幅に削減できるという利点がある。

【0029】シーケンスマモリ20のシーケンス番号1のステップ番号1から読み出されるデータは、中心周波数データFとレベルデータLからそれぞれ構成される4個のフルマントパラメータデータFL111, FL112, FL113, FL114と、相対ピッチデータP11と、有声音レベルデータV11と、無声音レベルデータU11とであり、ステップ番号nから読み出されるのは、4個のフルマントデータFL1n1, FL1n2, FL1n3, FL1n4と、1個の相対ピッチデータP1nと、有声音レベルデータV1nと、無声音レベルデータU1nである。そして、これらのデータがステップ番号Yの順番に読み出される。

5

特開平4-251297

8

【0030】1個のステップに格納されたフルマントパラメータデータは、パラレルに読み出されるようになっていてもよいし、時分割的に読み出されるようになっていてもよい。そして、ステップ順に読み出されるフルマントパラメータデータFL111, FL121, ..., FL1n1が時系列的に変化するフルマントシーケンスマモリ20の1個のステップ順に読み出される相対ピッチデータP11, P12, ..., P1nが時系列的に変化するピッチシーケンスマモリ20の1個のステップ順に読み出される有声音レベルデータV11, V12, ..., V1n及び無声音レベルデータU11, U12, ..., U1nが時系列的に変化する有声無声音レベルシーケンスマモリ20の1個のステップ順に読み出される有声無声音レベルデータである。各シーケンス番号のフルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無声音レベルデータも同様に構成されている。

【0031】また、ステップ順に読み出される相対ピッチデータP11, P12, ..., P1nが時系列的に変化するピッチシーケンスマモリ20の1個のステップ順に読み出される有声音レベルデータV11, V12, ..., V1n及び無声音レベルデータU11, U12, ..., U1nが時系列的に変化する有声無声音レベルシーケンスマモリ20の1個のステップ順に読み出される有声無声音レベルデータである。各シーケンス番号のフルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無声音レベルデータも同様に構成されている。

【0032】シーケンスマモリ20は、シーケンス番号アドレスデータXとステップアドレスデータYによって読み出し制御される。シーケンス番号アドレスデータXは、シーケンスマモリ20から読み出すべき一連のシーケンスマモリデータ及びシーケンスピッチデータのシーケンス番号を指定するものである。ステップアドレスデータYは、シーケンス番号アドレスデータXによって指定されたシーケンスにおいて現在読み出すべきステップを指定するものである。一例として、シーケンス番号アドレスデータXは、操作パネル15における適宜の選択操作に応じて、例えば音色選択部16に運動して、あるいは専用のシーケンス番号選択操作手段に応じて、発生される。また、ステップアドレスデータYは、CPU10によって発生され、シーケンスマモリ20にアドレス入力される。このステップアドレスデータの発生については後述する。

【0033】なお、この実施例では、一例として、フルマントパラメータデータは、中心周波数データFとレベルデータLの2つであるとし、1つの楽音信号は4つのフルマントによって有声フルマント合成音源17V及び無声フルマント合成音源17Uで合成されるものとして説明する。

【0034】シーケンスマモリ20に格納されるフルマントパラメータデータは、従来記述の音声波形分析法を用いて生成する。例えば、線形予測分析法（LPC）、線スペクトル対分析法（LSP）又は複合正弦波モデル分析法（CSM）等の方法によって抽出されたフルマントデータを用いる。

【0035】フルマントデータの抽出と同時に相対ピッチデータの抽出も行う。相対ピッチの抽出は、変形自己相關法又はゼロクロス法等によって行う。即ち、原音声を採取する時、ある基準ピッチを定めておき、その近

9

傍のピッチにて発声してもらう。これに、ピッチのゆらぎ成分が含まれている。そこで、基準ピッチと分析ピッチとの差分をとり、これを相対ピッチデータとして抽出する。有声無聲音レベルの抽出も相対ピッチデータの抽出と同様に行う。また、レベル比UVはフーリエ分析により約5KHz以上とそれ以下のパワー比を求ることによって抽出できる。

【0036】操作パネル15には、複数の読み出しパターンの中から1つの読み出しパターンを選択するためのモード切換えキー(図示せず)を有する。CPU10はモード切換えキーによって選択された読み出しパターンに従つて複数ステップに関するフルマントバラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無聲音レベルデータを読み出すための時間的に変化するステップアドレスデータを発生する。この読み出しパターンに従うステップアドレスデータの発生は、鍵盤回路14からのキーオン信号KONに応じて、楽音発音タイミングに対応して行われる。複数の読み出しパターンに対応してステップアドレスデータはデータ及びワーキングRAM12内に予め記憶しておいてもよいし、あるいは演算により発生するようにしてよい。

【0037】図3はシーケンスメモリ20に格納される有声無聲音レベルデータV、無聲音レベルデータU及び有声無聲音のレベル比UVの値の一例を模式的に示す図である。図3(a)は有声無聲音レベルデータVを示し、図3(b)は無聲音レベルデータUを示し、図3(c)は有声無聲音レベル比UVを示す。図3(a)～(c)の横軸はシーケンスメモリ20のステップアドレスを示し、縦軸はそのステップアドレスに対応した有声無聲音のレベル値を示す。

【0038】図3の有声無聲音のレベルは、それぞれ『あ、か、さ、た』([a], [k a], [s a], [t a])の人聲音を楽音合成装置で合成発音する場合に対応している。図3(a)の各波形は全て有声音(母音)[a]のレベルVaを示し、図3(b)の各波形の第1番目は無聲音(子音)[s]のレベルUsを、第2番目は無聲音(子音)[t]のレベルUtをそれぞれ示す。図3(a)において有声無聲音レベルVaの大きさは一定であるが、図3(b)においては無聲音レベルUk, Us, Utの大きさはそれぞれ異なっている。従つて、楽音合成装置は図3(a)及び(b)の波形をステップアドレスの順に次々と読み出すことによって、『あ、か、さ、た』([a], [k a], [s a], [t a])の人聲音を発音することができる。

【0039】図3(c)は、シーケンスメモリ20に格納される有声無聲音のレベル比UVを示すものである。この例では、有声無聲音レベルと無聲音レベルの合計値を1とした場合に、有声無聲音レベルがその合計に占める割合が有声無聲音レベル比UVとしてシーケンスメモリ20に

格納されている。即ち、有声無聲音レベルをV、無聲音レベルをUとした場合のV/(U+V)が有声無聲音レベル比UVである。従つて、無聲音レベルの大きさは1-U/V(図では点線で示してある)を演算することによって容易に求めることができる。但し、図3(a)及び(b)に示すように、有声無聲音レベルと無聲音レベルの合計値が1でない場合には、有声無聲音レベルVと無聲音レベルUとを別々にシーケンスメモリ20に格納する方がよいことは言うまでもない。また、有声無聲音レベルと無聲音レベルの合計が1でない場合でも、単純に両者の比率(V/U)を格納してもよいことはいうまでもない。

【0040】図4はシーケンスメモリ20の読み出しパターンの幾つかの例を示す図である。図4(a)に示す読み出しパターンは、所定の基準アドレスから所定の最大アドレス(MAX)まで、ステップアドレスを順次増加させ、その後は最大アドレス(MAX)を維持するものである。例えば、基準アドレスをステップ番号1、最大アドレスをステップ番号nとするとき、発音開始後、ステップ番号1, 2, 3……nの順で時間的にステップアドレスが増加し、ステップ番号nに到達すると、以後はステップ番号nを維持する。この場合、例えば、シーケンス番号1の場合には、各ステップ番号1, 2, 3……nに対応するフルマントバラメータFL11N, FL12N, …, FL1nN, 相対ピッチデータP11, P12, …, P1n, 有声無聲音レベルデータV11, V12, …, V1n及び無聲音レベルデータU11, U12, …, U1nが順次読み出され、最後にFL1nN, P1n, V1n及びU1nが持続的に読み出される。なお、これ以後の説明の中でアドレスという場合は、ステップアドレスを指すものとする。

【0041】図4(b)の読み出しパターンは所定の基準アドレスから所定のループエンドアドレス(LOOP END)まで所定の順序で読み出し、その後はループスタートアドレス(LOOP START)からループエンドアドレス(LOOP END)に向かってアドレスを増加するというパターンを繰り返すものである。

【0042】図4(c)の読み出しパターンは所定の基準アドレスから所定のループエンドアドレス(LOOP END)まで所定の順序で読み出し、その後はループエンドアドレス(LOOP END)からループスタートアドレス(LOOP START)に向かってアドレスを減少するというパターンを繰り返すものである。

【0043】図4(d)の読み出しパターンは所定の基準アドレスから所定のループエンドアドレス(LOOP END)まで所定の順序で読み出し、その後はループエンドアドレス(LOOP END)とループスタートアドレス(LOOP START)との間をアドレスが増加減少するように繰り返すものである。

【0044】図4に示した読み出しパターンは一例であり、これらのパターンを任意に組み合わせることもでき

11

るし、読み出し速度をイニシャルタッチデータ I T D、アフタタッチデータ A T D の大きさ等のキー操作情報に応じて可変制御してもよい。また、楽器の種類、人声の種類に応じて種々のパターンを予め登録しておくことによって、演奏効果を格段に向かうことができる。

【0045】なお、操作パネル 15 にマニュアル操作子を設け、このマニュアル操作子で任意のステップアドレスを設定し、また操作量を変化することにより順次変化させることもできる。このマニュアル操作子として、例えば 128 段階の信号を出力するモジュレーションホールや正負の方向性を持った信号を出力するピッチペンドホール等がある。

【0046】次に、マイクロコンピュータによって実行される処理の一例を図 5、図 6、図 7、図 8 及び図 9 に基づいて説明する。図 5 はマイクロコンピュータが処理する「メイン処理ルーチン」の各ステップの処理内容を示す図である。このメイン処理ルーチンは次のようなステップで順番に実行される。

【0047】ステップ 31：電源投入時におけるマイクロコンピュータの全てのデータに所定の値をセットする。例えば、シーケンス番号アドレスデータ、ステップアドレスデータ及び読み出しパターン等の初期値を各レジスタに設定する。また、前述のようにプログラム R O M 11 に格納されているフォルマントシーケンスのプリセット値をデータ及びワーキング用 RAM 12 にロードする。

【0048】ステップ 32：鍵盤回路 14 における各キースイッチのスキャンを行う。

ステップ 33：ステップ 32 のキースキャンの結果、キーイベントの有無を判断する。鍵が押し下げられたときはキーオンイベントが判断され、離鍵されたときはキーオフイベントが判断される。キーイベント有り (Y E S) の場合は、次のステップ 34 に進み、キーイベント無し (NO) の場合はステップ 35 に進む。

【0049】ステップ 34：ステップ 33 のキーイベントの種類に応じた発音割当て処理を行う。

ステップ 35：操作パネル 15 の各操作子のスキャンを行う。

ステップ 36：ステップ 35 のパネルスキャンの結果、操作子によるパネルイベントの有無を判断する。例えば、モード切換えキーが押されているかどうかを判断する。パネルイベント有り (Y E S) の場合は、次のステップ 37 に進み、パネルイベント無し (NO) の場合は、ステップ 32 に戻る。

ステップ 37：ステップ 36 のパネルイベントの結果に応じて発音割当て処理を行う。

【0050】次に、図 6 はマイクロコンピュータが処理する「発音処理」の各ステップの処理内容を示す図である。この発音処理は次のようなステップで順番に実行される。

ステップ 41：キーイベントがキーオン又はキーオフのどちらかを判断する。キーイベントがキーオン (Y E S) の場合は次のステップ 42 に進み、キーオフ (NO) の場合はステップ 47 に進む。

ステップ 42：有声フォルマント合成音源 17 V 及び無声フォルマント合成音源 17 U のそれぞれが発音割当て処理を行っていない空きチャンネルをサーチする。

【0051】ステップ 43：ステップ 42 の空きチャンネルサーチの結果、空きチャンネルの有無を判断し、空きチャンネル有り (Y E S) の場合はステップ 45 にジャンプし、空きチャンネル無し (NO) の場合は次のステップ 44 に進む。

ステップ 44：空きチャンネルが無かったので、トランケート処理を行い、発音割当て処理可能なチャンネルを作成する。

【0052】ステップ 45：イニシャルタッチデータ I T D に応じたステップアドレスの読み出し位相のスピードを決定し、これをスピードレジスタ S P (c h) に設定する。このスピードレジスタ S P (c h) はチャンネル毎に設けられており、チャンネル毎に異なった値が設定される。従って、押鍵毎にフォルマントシーケンス、ピッチシーケンス、有声無声レベルシーケンスの読み出し速度が変化するので、和音等が押鍵された場合でも各音間の分離性が向上するという効果がある。

【0053】ステップ 46：当該空きチャンネルにキーインフラグをセットして、割り込み処理における発音情報の制御が行われるようにし、リターンする。すなわち、この発音処理では直接には発音割当て要求は行わない。

ステップ 47：ステップ 41 の結果、キーイベントがキーオフであった場合、対応するキーの発音処理を有声フォルマント合成音源 17 V 及び無声フォルマント合成音源 17 U が行っているかどうか、すなわち対応するキーインが存在するかどうかを判断し、存在する (Y E S の) 場合は次のステップ 48 に進み、存在しない場合はリターンする。これは、キーイン処理されたキーがステップ 44 のトランケート処理によってその発音が完全に停止していることがあり得るからである。

【0054】ステップ 48：キーインフラグの該当するチャンネルに対してキーイン情報 K O F を送出する。

ステップ 49：キーイン情報 K O F の送出されたチャンネルのキーインフラグをリセットする。

【0055】図 7 はマイクロコンピュータが処理する「パネル処理」の各ステップの処理内容を示す図である。このパネル処理は次のようなステップで順番に実行される。ここでは、この発明に直接関係する部分のみが示されている。

ステップ 51：操作パネル 15 上のモード切換えキーが押されたかどうかを判断し、押された (Y E S) の場合は次のステップ 52 に進み、押されていない (NO) の場合は

(8)

13

はステップ56に進む。

【0066】ステップ52：モードレジスタMODEの値を「1」だけインクリメントし、次のステップ53に進む。すなわち、このモード切換えスイッチは一回押すたびにモードレジスタMODEの値を増加させ、図4の読み出しパターンの中から任意のものを選択するものである。モード切換えキーはこれに限らずスライド又は回転によってその値を任意に変えられるようなものであつてもよいことはいうまでもない。

【0057】ステップ53：図4の読み出しパターンは4種類なので、モードレジスタMODEの値がモード数の最大値「5」であるかどうかを判断し、「5」の場合には次のステップ54に進み、そうでない場合はステップ55にジャンプする。読み出しパターンの数に応じてこのステップの値を変更してやればよい。

【0058】ステップ54：ステップ53でモードレジスタMODEの値が最大値「5」だったので、ここでモードレジスタMODEに「1」を格納する。このようにしてモードレジスタMODEの値はオーバーフローすることなく、モード切換えスイッチの押圧動作によって1, 2, 3, 4の値を循環する。

【0059】ステップ55：モードレジスタMODEに格納されている値に応じて割り込み処理ベクタを書き換える。この実施例では、フルマントシーケンスデータ、ピッチシーケンスデータ及び有声無聲音レベルシーケンスデータの読み出し波形をソフトウェア処理で作り出しており、更にそれぞれの読み出し波形を異なる割り込み処理で形成するようにしているので、モードレジスタMODEの格納値に応じて割り込み処理先を変更している。

【0060】ステップ56：操作パネル15上のモード切換えキー（図示せず）が押されていない場合、操作パネル15上のその他のスイッチキーに対する処理を行う。例えば、音色選択イベントが発生した場合等は、その音色に応じてシーケンス番号アドレスを変更したりする。

【0061】図8はマイクロコンピュータが処理するフルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ、有声無聲音レベルデータの読み出し処理の詳細を示す図である。図8に示した処理は図7のモードレジスタMODEの格納値が「1」の場合、すなわち図4(a)の読み出しパターンの場合における割り込み処理を示すものである。このルーチンはタイマ22からインターブト信号が与えられる毎に次のようなステップの順番に実行される。

【0062】ステップ61：割り込みの多重化を防止するために割り込み禁止を行う。

ステップ62：チャンネルナンバレジスタchに「1」を設定する。

ステップ63：チャンネルナンバレジスタchに格納さ

特開平4-251297

14

れている値に対応するチャンネルのキーオンフラグがセットされているかどうかを判断し、セットされている（YES）場合は次のステップ64に進み、セットされていない（NO）場合はステップ613にジャンプし、チャンネルナンバレジスタchの値を1だけインクリメントして、次のチャンネルの処理を行う。

【0063】ステップ64：ステップアドレスレジスタY(ch)の値を「1」だけインクリメントし、さらにスピードレジスタSP(ch)にセンシティビティーSEを乗じた値SP(ch)×SEを加算する。このセンシティビティーSEを「0」にすると、スピードレジスタSP(ch)の値には無関係にステップ番号Yは1ずつ増加し、センシティビティーSEを正の値にすると、ステップ番号Yの増加率は大きくなり、逆にセンシティビティーSEを負の値にすると、ステップ番号Yの増加率は小さくなる。

【0064】すなわち、センシティビティーSEが「0」だと、シーケンスメモリ20からはFL11N, FL12N, FL13N, ...のようにステップ番号の順番通りにフルマントパラメータデータ及び相対ピッチデータが読み出される。センシティビティーSEが正の値だと、シーケンスメモリ20からは例えばFL11N, FL13N, FL15N, ...のように飛び飛びのステップ番号順に読み出されフルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ又は/及び有声無聲音レベルデータの読み出し速度が早くなる。逆に負の値だと、例えばFL11N, FL11N, FL12N, FL12N, FL13N, FL13N, ...のように同じステップ番号が読み出されフルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ又は/及び有声無聲音レベルデータの読み出し速度が遅くなる。

【0065】なお、SP(ch)×SEの代わりに、スピードレジスタSP(ch)だけを使用し、このスピードレジスタSP(ch)にタッチデータに応じた正負の値を格納できるようにしてよいし、センシティビティーSEの値及び/又はスピードレジスタSP(ch)の値をイニシャルタッチデータITD及び/又はアフタタッチデータATDの値に応じて可変制御してもよい。

【0066】ステップ65：ステップアドレスレジスタY(ch)がそのシーケンス番号における最大ステップ値MAXよりも大きいかどうかを判断し、大きい場合はステップ66に進み、小さい場合はステップ67に進む。

ステップ66：シーケンス番号の最大ステップ値MAXよりも大きいステップ番号は存在しないので、ステップアドレスレジスタY(ch)にそのシーケンス番号の最大ステップ値MAXを格納する。

【0067】ステップ67：各ステップ番号Yの4個のフルマントパラメータデータを順次読み出すためにレジスタNに「1」を格納する。

ステップ68：シーケンスメモリ20からシーケンス番号X及びステップ番号Yに対応する有声音レベルデータV_XY及び無声音レベルデータU_XYを読み出し、それぞれ有声フォルマント合成音源17V及び無声フォルマント合成音源17Uに出力する。これによって、有声音及び無声音の微妙なレベル変化を表現することができる。なお、シーケンスメモリ20に図3(c)の有声音のレベル比UVが格納されている場合には、そのレベル比UVを有声フォルマント合成音源17Vに出力し、有声音のレベル比1-UVを演算し、それを無声フォルマント合成音源17Uに出力する。

【0068】ステップ69：シーケンスメモリ20からシーケンス番号X及びステップ番号Yに対応する相対ピッチデータP_XYを読み出し、キコードKCと共に有声フォルマント合成音源17Vに出力する。これによって、微妙な音程のズレを表現できる。なお、相対ピッチデータP_XY及びキコードKCは無声フォルマント合成音源17Uには取り込まれない。

ステップ610：シーケンスメモリ20からシーケンス番号X及びステップ番号Yに対応したフォルマントパラメータデータF_LXY1を読み出し、有声フォルマント合成音源17V及び無声フォルマント合成音源17Uに出力する。

ステップ611：レジスタNを「1」だけインクリメントする。

【0069】ステップ612：レジスタNが「4」よりも大きいかどうか判断し、大きい場合はステップ番号Yの4個のフォルマントパラメータデータF_LXY1～F_LXY4を読み出しているので、次のステップ613に進むが、小さい場合は未だ4個のフォルマントパラメータデータを読み出していないので、ステップ610に戻り、4個のフォルマントパラメータデータを読み出すまで処理を実行する。

【0070】ステップ613：チャンネルナンバーレジスタc_hを「1」だけインクリメントする。

ステップ614：チャンネルナンバーレジスタc_hが「8」よりも大きいかどうか判断し、大きい場合は次のステップ615に進み、小さい場合はステップ63に戻り次のチャンネルに対して同様の処理を実行する。

ステップ615：ステップ61で禁止していた割り込みを許可し、通常の処理にリターンする。

【0071】図9は図8と同様、マイクロコンピュータが処理するフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無声音レベルデータの読み出し処理の詳細を示す図であり、図7のモードレジスタMODEの格納値が「2」の場合、すなわち図4(b)の読み出しパターンの場合における割り込み処理を示すものである。

ステップ71～74、77～715は図8のステップ61～64、67～615と同じなので、その説明は省略する。

【0072】ステップ75：ステップアドレスレジスタY(c_h)がそのシーケンス番号におけるループエンドアドレス値Lよりも大きいかどうかを判断し、大きい場合はステップ76に進み、小さい場合はステップ77に進む。

ステップ76：ステップアドレスレジスタY(c_h)にそのシーケンス番号におけるループスタートアドレス値LSを格納する。

【0073】このステップ75、76によって、図4(b)のような読み出しパターンに従って、フォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無声音レベルデータをシーケンスメモリ20から順次読み出すことができる。なお、図4(c)及び(d)の読み出しパターンは図8及び図9のフローを変形することによって容易に実現できるので、ここでは省略する。

【0074】以上のようにこの実施例によれば、フォルマントを時系列的に変化させて発生することができると共に楽音のピッチ及び有声無声音レベルも時系列的に変化させることができる。また、そのときに読み出し速度を変更することによって、フォルマント、ピッチ及び有声無声音レベルの変化の割合を自由に制御できるという効果がある。

【0075】なお、有声フォルマント合成音源17Vにおける楽音合成方式にはいかなる方式のものを用いてもよい。例えば、特公昭59-19352号公報又は特公昭62-14834号公報に記載されている振幅変調(AM)方式、又は特公昭62-42515号公報に記載されている周波数変調(FM)方式などを使用することができる。この有声フォルマント合成音源17Vの一例として窓関数を用いた振幅変調(AM)方式により、有声フォルマントを合成するものを図10に示す。

【0076】図10において、位相発生器81は、フォルマント中心周波数を設定するための中心周波数データFを逐次累算することによりフォルマント中心周波数に対応する位相データを発生するものである。従って、フォルマント中心周波数の値が小さい時は累算の速度は遅く、フォルマント中心周波数が大きい時は累算の速度は速くなる。そして、累算値がオーバーフローしたときは、再び初期値に戻って累算を繰り返す。また、所定時間幅のリセットパルスRSが与えられたときは、累算値が0にリセットされ、該所定時間幅の間だけ出力0を維持する。この位相発生器81の累算出力はセレクタ85を介して対数表現の正弦関数(log sin)テーブル86にアドレスデータとして供給される。

【0077】位相発生器82は、アキュムレータ構成であり、キコードKCに対応する基本ピッチ周波数データf₀を取り込み、この基本ピッチ周波数データf₀を逐次累算する。この位相発生器82もオーバーフローすると初期値に戻って累算動作を繰り返す。また、位相発

(10)

特開平4-251297

17

生器82はオーバーフローパルス（例えば、最上位ビットMSB）を微分回路83に出力するようになっている。

【0078】微分回路83は、ワンショットマルチバイブレータから構成され、オーバーフローパルスが立ち上ると、所定時間幅のリセットパルス信号RSを位相発生器81及び84に出力する。すなわち、微分回路83は、位相発生器82の出力値が0になるタイミングを検出し、そのタイミングでリセットパルス信号RSを出力する。従って、位相発生器81で発生するフォルマント中心周波数の位相データは、このリセットパルス信号RSに応じて発生すべき楽音の音高に応じた周期で所定時間幅の間リセットされ、これによりフォルマント中心周波数を搬送周波数とし、楽音の音高周波数を変調周波数とする振幅変調が行われる。

【0079】位相発生器84は、図示していない音色バラメータ供給回路から供給される音素変調波位相定数Kを所定クロックに同期して累算する回路である。この位相発生器84は、累算値がオーバーフローすると、その最終値を保持し、次いでリセットパルス信号RSが供給されると、その内容をリセットし、再び初期値から累算を開始するようになっている。この位相発生器84の累算結果は、セレクタ85を介して対数表現の正弦関数(log sin)テーブル86にアドレスデータとして供給される。この場合、位相発生器84の累算速度は、位相発生器81の累算速度に比べて極めて遅くなるように音素変調波位相定数Kの値が設定されている。

【0080】セレクタ85は動作選択信号SELが供給されたときに位相発生器81の出力データを選択し、動作選択信号SELが供給されていないときに位相発生器84の出力データを選択し、正弦関数テーブル86にアドレスデータとして供給する。

【0081】正弦関数テーブル86は、対数表現の正弦関数データが1周期分（又は1/2周期あるいは1/4周期分でもよい）記憶されているテーブルであり、セレクタ85を介して供給されるアドレスデータに応じた正弦関数値を対数表現で出力するようになっている。従って、正弦関数テーブル86は、位相発生器81又は84における累算値に応じたレートで正弦関数値を出力する。

【0082】データシフタ87は、正弦関数テーブル86の出力データを、音色バラメータであるシフト量データSに従ってシフトする回路である。このシフト量データSも図示しない音色バラメータ供給回路から供給される。このデータシフタ87は、動作信号SFTが供給されているときにシフト動作を行い、動作信号SFTが供給されていないときは正弦関数テーブル86からのデータがそのまま出力する。また、データシフタ87におけるシフトは、シフト量データSの値だけ上位側にシフトする動作となる。

18

【0083】加算器88は、動作信号ADD1が供給されると、データシフタ87の出力データとレジスタ89の出力データとを加算する。動作信号ADD1が供給されない場合は、加算器88に供給されるデータは、そのまま出力端から出力される。また、レジスタ89には、加算器88をそのまま通過したデータが記憶されるようになっている。この場合、加算器88による加算は、対数データについての加算であるから、真数に対しては乗算を行うことになる。

10 【0084】加算器810は、動作信号ADD2が供給されると、加算器88の出力データとレベル変換されたレベルデータLとを加算する。この加算器810における加算は、対数値の加算であるから真数に対しては乗算を行っていることとなる。

【0085】対数／リニア(log linear)変換回路811は、加算器810から供給される対数表現のデータを真数に変換する回路である。対数／リニア変換回路811が出力するデータは、アキュムレータ812に与えられる。1つの楽音信号を合成するための1つのフォルマントバラメータデータF₁が時分割的に与えられ、各フォルマントに応じた部分音信号が対数／リニア変換回路811から順次山力され、これがアキュムレータ812で累算され、楽音信号として乗算器813に出力される。乗算器813は有声音レベルデータV（又はUV）を入力し、それをアキュムレータ812からの楽音信号に乗算して、有声音の楽音信号として出力する。

【0086】以上が有声フォルマント合成音源17Vの一例であるが、この詳細については特願平1-77383号明細書に記載してあるので、ここでは省略する。なお、図10の有声フォルマント合成音源17Vのうち、位相発生器84、セレクタ85及びデータシフタ87は省略してもよい。

【0087】図11は、無声フォルマント合成音源17Uの一例を示す図である。この詳細については特願平2-271397号公報の明細書に記載してあるので、ここでは簡単に説明する。図11において、ホワイトノイズ発生回路91はフラットなスペクトルを持つホワイトノイズを発生する回路である。デジタルフィルタ92は41 IIRフィルタと呼ばれるローパスフィルタであり、フラットなスペクトルを持つホワイトノイズを所定のバンド幅を有するノイズに変換するものである。デジタルフィルタ92はインバータ93、バンド幅バラメータ発生器94、遅延回路95、加算器96、97、98及び乗算器99からなる。デジタルフィルタ92は、ホワイトノイズを右下がりスペクトル特性を有するノイズ信号に変換して乗算器910に出力する。

【0088】周期波形発生回路911はフォルマント中心周波数を設定するための中心周波数データF₀に対応して遷移するフォルマント中心周波数f₀を有する正弦波

19

の順次サンプル点振幅値 $s \in 2\pi f_0 t$ を出力する。周期波形発生回路 911 は位相アキュムレータ 912 及びサインテーブル 913 からなる。位相アキュムレータ 912 は所定のクロックパルスに同期して中心周波数データ F を累算する。この中心周波数データ F は発生しようとするノイズ音のフォルマント中心周波数 f_0 に対応しているので、位相アキュムレータ 912 はその累算値をサインテーブル 913 の読み出しアドレス信号として出力する。

【0089】サインテーブル 913 には、正弦関数データが 1 周期分（又は $1/2$ 周期あるいは $1/4$ 周期分でもよい）記憶されているテーブルであり、読み出しアドレス信号によって読み出される。従って、サインテーブル 913 からは位相アキュムレータ 912 の読み出しアドレス信号（累算値）に応じた周波数 f_0 の正弦波が出力する。乗算器 910 はデジタルフィルタ 92 のノイズ信号と周期波形発生回路 911 の正弦波とを乗算して出力する。従って、乗算器 910 からは所定のフォルマント特性を持ったノイズ信号が出力されるようになる。

【0090】エンベロープジェネレータ 914 はフォルマントバラメータのレベルデータに従ってクロックパルスのタイミングで乗算器 910 から出力されるノイズ信号の振幅を制御するエンベロープ信号を乗算器 915 に出力する。乗算器 915 は乗算器 910 からのノイズ信号にこのエンベロープ信号を乗算して次段の乗算器 916 に出力する。乗算器 916 は無音声レベルデータ U（又は $1-U$ ）を入力し、それを乗算器 915 からのノイズ信号に乗算して、無音声の楽音信号として出力する。

【0091】なお、上述の実施例ではソフトウェアによって実施する場合について説明したが、これに限らずハードウェア等で実施するようにしてもよい。シーケンスマモリ 20 内のフォルマントバラメータデータの内容は操作パネル 13 の操作によって任意に変換可能としてもよい。

【0092】上述の実施例では、図 2 のステップ番号を図 4 の読み出しパターンに従って読み出す場合について説明したが、これに限らず図 4 の読み出しパターンに応じてステップ番号からシーケンスマモリにまたがってフォルマントバラメータデータを順次読み出すようにしてもよい。また、フォルマントバラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無音声レベルデータの全てを読み出す場合について説明したが、いずれか一つを読み出すだけでもよい。

【0093】また、フォルマントバラメータデータに比べてピッチ及び有声無音声レベルの変化量も少なく、変化速度も遅いので、ステップ番号毎に相対ピッチデータ及び有声無音声レベルを有しなくてもよく、数ステップ毎に相対ピッチデータ及び有声無音声レベルを設けるようにしてもよいし、フォルマントバラメータデータ、相

11)

特開平4-251297

20

対ピッチデータ及び有声無音声レベルを別々のシーケンスマモリに記憶し、別々のシーケンスマモリスピードで読み出すようにしてもよいし、異なるステップ番号を与えるようにしてもよい。

【0094】相対ピッチデータは分析によって抽出してもよく、又は専用のエディター等により作成したピッチデータを用いてもよい。相対ピッチデータ又は有声無音声レベルデータの出力をオフ状態にするスイッチを設けてもよいし、相対ピッチデータ又は有声無音声レベルデータの深さ（大きさ）を増減するスイッチを設けてもよい。これはピッチ変化や有声無音声レベル変化の全くないフラットな楽音の発音が欲しい場合もあるからである。フォルマントバラメータデータもピッチデータと同様に基準フォルマントデータに対する相対変化量を時系列的に順次記憶するようにしてもよい。

【0095】また、実施例では、シーケンスマモリ 20 に記憶するフォルマントバラメータデータとして、フォルマントを特定するための中心周波数及びレベルのバラメータを記憶する場合について説明したが、周波数変調演算によってフォルマントを合成する場合はそのための中心周波数、変調周波数、変調指数及びレベル等の各バラメータを記憶しておき、これを読み出すようにしてもよい。また、音階音に限らず、リズム音等のフォルマントを合成する場合にも適用できることは言うまでもない。

【0096】

【発明の効果】この発明によれば、時系列的に変化するようなフォルマントバラメータデータ相対ピッチデータ又は有声無音声レベルデータを複数ステップにわたって予め記憶手段に記憶し、このフォルマントバラメータデータ、相対ピッチデータ又は有声無音声レベルデータを読み出し手段で複数ステップにわたって順次読み出すことによって、楽音信号のフォルマント、ピッチ又は有声無音声レベルを実際の楽器音又は人聲音と同じように自然に変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明に係る電子楽器の一実施例のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 のシーケンスマモリに記憶されているフォルマントバラメータデータ及び相対ピッチデータの状態を示す図である。

【図 3】シーケンスマモリに格納される有声音レベルデータ及び無音声レベルデータの値の一例を模式的に示す図である。

【図 4】図 1 のシーケンスマモリの読み出しパターンのいくつかの例を示す図である。

【図 5】図 1 のマイクロコンピュータが処理するメイソルーチンの一例を示すフローチャート図である。

【図 6】図 1 のマイクロコンピュータが処理する図 4 の発音処理の詳細例を示すフローチャート図である。

【図7】 図1のマイクロコンピュータが処理する図4のパネル処理の詳細例を示すフローチャート図である

【図8】 図3(a)の読み出しパターンに従ったフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無聲音レベルデータの読み出し処理の詳細例を示すフローチャート図である。

【図9】 図3(b)の読み出しパターンに従ったフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無聲音レベルデータの読み出し処理の詳細例を示すフローチャート図である。

【図10】 図1の有声フォルマント合成音源の一例を

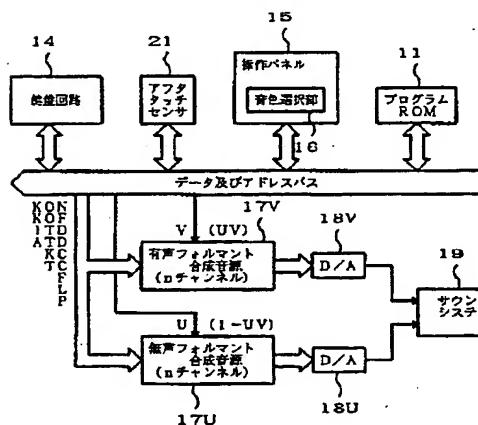
示す図である。

【図11】 図1の無声フォルマント合成音源の一例を示す図である。

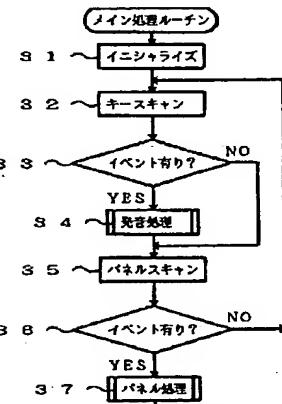
【符号の説明】

- 10…CPU、11…プログラムROM、12…データ及びワーキングRAM、13…データ及びアドレスバス、14…磁盤回路、15…操作パネル、16…音色選択部、17V…有声フォルマント合成音源、17U…無声フォルマント合成音源、18…D/A変換器、19…10 サウンドシステム、20…シーケンスメモリ、21…アプタタッチセンサ、22…タイマ

【図1】



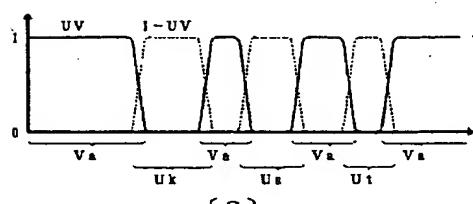
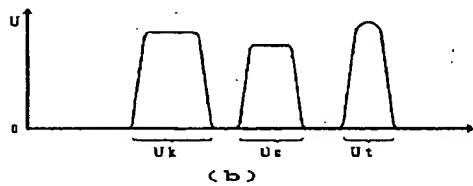
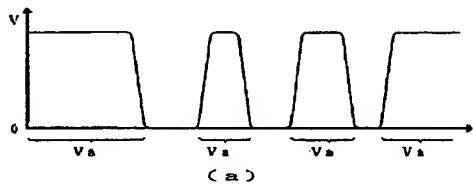
【図5】



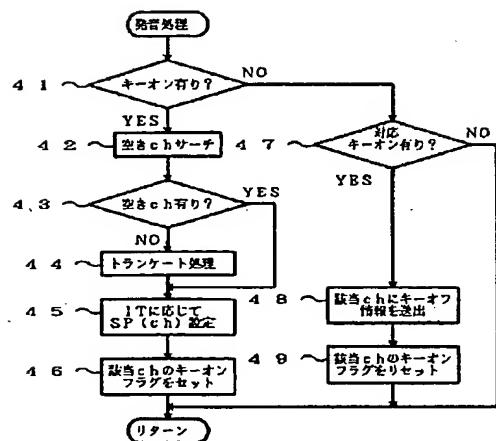
【図2】

	ステップ番号																		
	1						2						3						
	1	2	3	4	P	V	1	2	3	4	P	...	4	P	V	U			
シ 1	F1111	F1112	F1113	F1114	P11	V11	U11	F1121	F1122	F1123	F1124	P12	...	F1134	P13	V13	U13		
1 2	F1211	F1212	F1213	F1214	P21	V21	U21	F1221	F1222	F1223	F1224	P22	...	F1234	P23	V23	U23		
ケ 3	F1311	F1312	F1313	F1314	P31	V31	U31	F1321	F1322	F1323	F1324	P32	...	F1334	P33	V33	U33		
ン 4	F1411	F1412	F1413	F1414	P41	V41	U41	F1421	F1422	F1423	F1424	P42	...	F1434	P43	V43	U43		
ス 5	F1511	F1512	F1513	F1514	P51	V51	U51	F1521	F1522	F1523	F1524	P52	...	F1534	P53	V53	U53		
番 ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
母 ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
X	x11	x1112	x1113	x1114	p11	v11	u11	x1211	x1212	x1213	x1214	p12	...	x1314	p13	v13	u13		

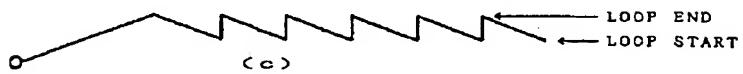
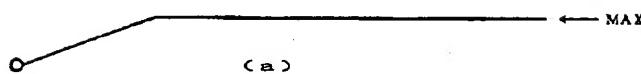
【図3】



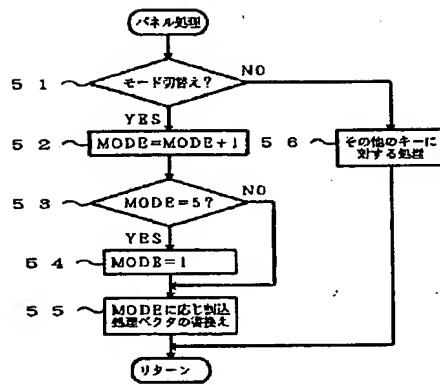
【図6】



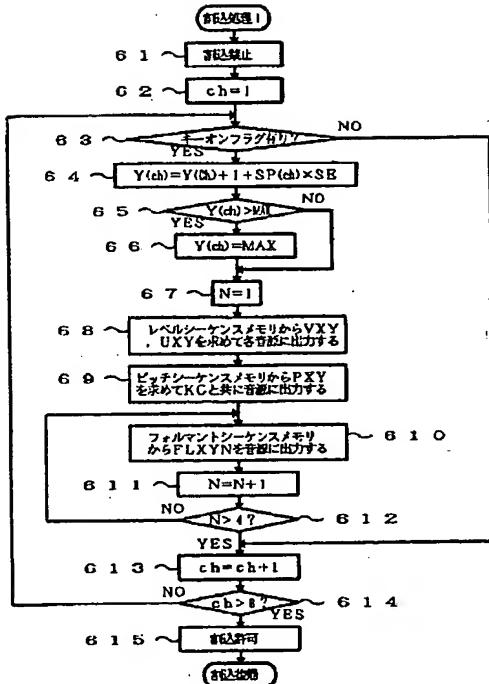
【図4】



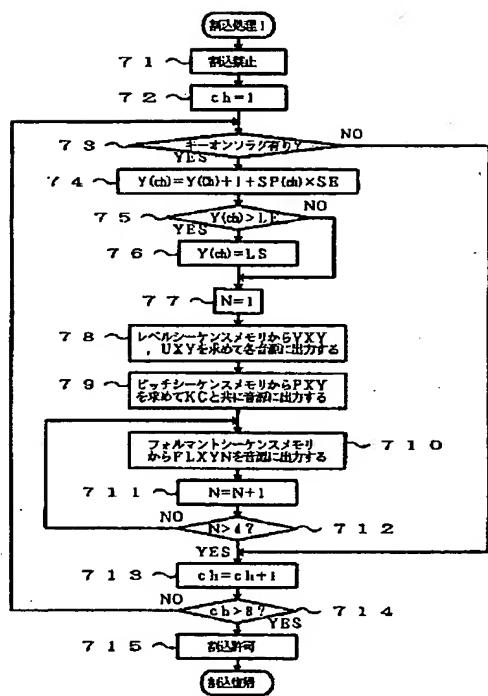
【図7】



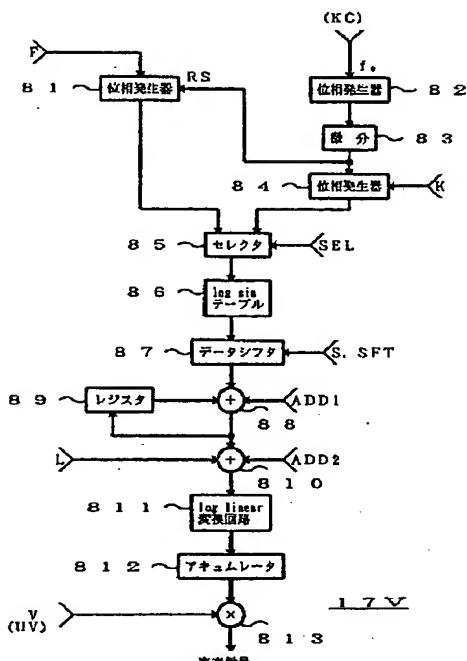
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

